

10/577445

1A20REG'd 4/26/77 27 APR 2006

1

## 明 細 書

### ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置に関する。  
さらに詳しくは、ハニカム構造体の良否を判別する目安の一つとなるハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査を簡便にかつ非破壊で行うことができるハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] ハニカム構造体は、フィルタや触媒担体等に多く用いられており、例えば、内燃機関等の熱機関又はボイラー等の燃焼装置の排気ガス浄化装置、液体燃料又は気体燃料の改質装置、上下水の浄化処理装置等に用いられている。特に、ディーゼルエンジンから排出される排気ガスのような含塵流体中に含まれる粒子状物質を捕集除去するためのディーゼルバディキュレートフィルタ(以後、DPFと略す)や高温ガス集塵装置として好適に用いられている。
- [0003] このような目的で使用されるハニカム構造体は、多孔質の隔壁の細孔中を被処理流体が通過する際に、不要な粒子状物質を捕集除去したり、多孔質の隔壁表面や細孔中に触媒を担持させ、触媒と被処理流体とを接触させたりする働き等をする。
- [0004] 従来、このハニカム構造体の品質管理の方法の一つとして、被処理流体の流路となるセル(貫通孔)の詰まりを検査することが行われており、このための検査用照明装置(例えば、特許文献1参照)が開示されている。この検査用照明装置は、所定の照射角を有する照明手段と、この照明手段からの光を集光させて平行光に変換する第1レンズと、第1レンズからの平行光が検査対象物の貫通孔を通過した後の光を集光させて撮像手段に取り込み可能とするための第2レンズとを備えたものである。
- 特許文献1:特開2003-130799号公報
- #### 発明の開示
- [0005] しかしながら、近年、ハニカム構造体をフィルタや触媒担体等として用いる際に、触媒を均一に担持するため、また、担持する触媒の量を低減して低コスト、低圧力損失

を実現するために、隔壁表面の凹凸の程度を検査することが望まれているが、上述した検査用照明装置では、セル(貫通孔)の詰まりだけしか検査することができず問題となっていた。

[0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ハニカム構造体の良否を判別する目安の一つとなるハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査を、簡便にかつ非破壊で行うことができるハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置を提供することにある。

[0007] 本発明は、上述の課題を解決するべく、以下のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置を提供するものである。

[0008] [1]隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、前記ハニカム構造体の一方の端面側から、所定の照明手段によって拡散光を入射させて、前記セルの内部を通過させた後に、前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射させ、出射させた前記拡散光を、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に配設した半透明のスクリーンを透過させて透過光とし前記スクリーンの前記透過光側の面上に前記透過光の明暗による透過像を投影させ、前記スクリーン上に投影させた前記透過像を撮像手段によって撮像させ、得られた画像の濃淡を解析手段によって解析させることによって、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法(以下、「第一の発明」ということがある)。

[0009] [2]前記スクリーンを、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に接触させた状態で配設する前記[1]に記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。

[0010] [3]隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、前記ハニカム構造体の一方の端面側から、所定の照明手段によって拡散光を入射させて、前記セルの内部を通過させた後に、前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射させ、出射させた前記拡散光を、前記ハニカム構造体の前記他方の端面に垂直な方向から、それぞれの前

記セル毎に撮像手段によって撮像させ、得られたそれぞれの画像の濃淡を解析手段によって解析させることにより、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法(以下、「第二の発明」ということがある)。

- [0011] [4]前記解析手段に、前記画像の濃淡を二値化処理させて解析させる前記[1]～[3]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [0012] [5]前記解析手段に、前記画像の濃淡を解析させる前に、前記画像における前記隔壁によって生ずる影を除去させる前記[1]～[4]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [0013] [6]前記照明手段の前記拡散光の照度が、3000Lux以上である前記[1]～[5]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [0014] [7]前記スクリーンの光透過率が、35～90%である前記[1]～[6]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [0015] [8]隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置であって、前記ハニカム構造体の一方の端面側に配設された、拡散光を前記一方の端面側から入射して、前記セルの内部を通過した後に前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射することが可能な照明手段と、前記ハニカム構造体の他方の端面側に配設された、前記他方の端面側から出射した前記拡散光を透過させて透過光とし、その透過光側の面上に前記透過光の明暗による透過像を投影することが可能な半透明のスクリーンと、前記スクリーン上に投影した前記透過像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段とを備え、前記解析手段によって解析した結果から、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置(以下、「第三の発明」ということがある)。
- [0016] [9]前記スクリーンが、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に接触した状態で配設されたものである前記[8]に記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[0017] [10]隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置であって、前記ハニカム構造体の一方の端面側に配設された、拡散光を前記一方の端面側から入射して、前記セルの内部を通過した後に、前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射することが可能な照明手段と、前記ハニカム構造体の他方の端面側に配設された、前記他方の端面側から出射した前記拡散光を前記ハニカム構造体の前記他方の端面に垂直な方向から、それぞれの前記セル毎に撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段とを備え、前記解析手段によって解析した結果から、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置(以下、「第四の発明」ということがある)。

[0018] [11]前記解析手段が、前記画像の濃淡を二値化処理して解析する前記[8]～[10]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[0019] [12]前記解析手段が、前記画像の濃淡を解析する前に、前記画像における前記隔壁によって生ずる影を除去する前記[8]～[11]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[0020] [13]前記照明手段の前記拡散光の照度が、3000Lux以上である前記[8]～[12]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[0021] [14]前記スクリーンの光透過率が、35～90%である前記[8]～[13]のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[0022] 本発明によれば、ハニカム構造体の良否を判別する目安の一つとなるハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査を簡便に行うことが可能なハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置を提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明(第三の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の一の実施の形態を模式的に示す平面図である。

[図2]本発明(第一の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の一の実施の形態の検査対象であるハニカム構造体を示す斜視図である。

[図3]本発明(第一の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の一の実施の形態における、撮像手段によって撮像された画像を示す説明図である。

[図4]本発明(第一の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の一の実施の形態における、隔壁による影を除去した画像を示す説明図である。

[図5]本発明(第一の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の一の実施の形態における、明るさの補正を行った画像を示す説明図である。

[図6]本発明(第四の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の一の実施の形態を模式的に示す平面図である。

[図7(a)]本発明の実施例における、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置を用いてハニカム構造体を検査した際の、撮像手段によって得られた画像を示す説明図である。

[図7(b)]本発明の実施例における、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置を用いてハニカム構造体を検査した際の、撮像手段によって得られた画像を示す説明図である。

[図7(c)]本発明の実施例における、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置を用いてハニカム構造体を検査した際の、撮像手段によって得られた画像を示す説明図である。

[図8(a)]図7(a)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図である。

[図8(b)]図7(b)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図である。

[図8(c)]図7(c)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図である。

#### 符号の説明

- [0024] 1…ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置(凹凸検査装置)、2…ハニカム構造体、3…照明手段、3a…照明、3b…すりガラス、4…スクリーン、5…撮像手段、6…解析手段、7…設置台、8…一方の端面、9…他方の端面、11…隔壁、12…セル、13…透過像、14…画像、15…影、21…ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置、23…照明手段、23a…照明、23b…すりガラス、25…撮像手段、26…解析手段。

発明を実施するための最良の形態

[0025] 以下、本発明(第一～第四の発明)のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法及び検査装置の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。

[0026] まず、第一の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の実施の形態を、図面を参照しつつ具体的に説明し、その中で、第三の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の実施の形態についても併せて説明する。図1は、第三の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の一の実施の形態を模式的に示す平面図である。また、図2は、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の検査対象であるハニカム構造体を示す斜視図である。

[0027] 本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法は、例えば、図1に示したハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1を用いることによって実現することができる。具体的には、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法は、図2に示すような、隔壁11によって流体の流路となる複数のセル12が区画形成された筒状のハニカム構造体2の、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、図1及び図2に示すように、ハニカム構造体2の一方の端面8側から、照明手段3によって拡散光を入射させて、セル12の内部を通過させた後にハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させ、出射させた拡散光を、ハニカム構造体2の他方の端面9側に配設した半透明のスクリーン4を透過させて透過光としスクリーン4の透過光側の面上に透過光の明暗による透過像13を投影させ、スクリーン4上に投影させた透過像13を撮像手段5によって撮像させ、得られた画像の濃淡を解析手段6によって解析させることによって、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査する方法である。

[0028] また、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1は、図1及び図2に示すように、隔壁11によって流体の流路となる複数のセル12が区画形成された筒状のハニカム構造体2の、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1であって、ハニカム構造体2の一方の端面8側に配設された、拡散光を一方の端面8側から入射して、セル12の内部を通過した後にハニカム構造体2の他方の端面9側から出射することが可能

な照明手段3と、ハニカム構造体2の他方の端面9側に配設された、他方の端面9側から出射した拡散光を透過させて透過光とし、その透過光側の面上に透過光の明暗による透過像13を投影することが可能な半透明のスクリーン4と、スクリーン4上に投影した透過像13を撮像する撮像手段5と、撮像手段5によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段6とを備え、解析手段6によって解析した結果から、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するものである。このように構成されたハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1によれば、ハニカム構造体2の良否を判別する目安の一つとなるハニカム構造体2の隔壁表面の凹凸検査を簡便にかつ非破壊で行うことができる。

[0029] 以下、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法(以下、単に「凹凸検査方法」ということがある)についてさらに具体的に説明する。

[0030] まず、本実施の形態の凹凸検査方法においては、検査対象となるハニカム構造体2をハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1(以下、単に「凹凸検査装置1」ということがある)に設置する。図1に示す凹凸検査装置1は、ハニカム構造体2を設置するための設置台7を有しており、この設置台7には、透過光を投影するためのスクリーン4が配設されている。この凹凸検査装置1には、設置台7の上方には照明手段3が配設され、設置台7のスクリーン4の下方に撮像手段5が配設されていることから、検査対象となるハニカム構造体2を、設置台7のスクリーン4の上に、その他方の端面9側を下に向けた(スクリーン4に接触させた)状態で設置する。なお、照明手段3と撮像手段5との位置関係が図1と異なるように構成されている場合には、その照明手段3からの拡散光を、ハニカム構造体2の一方の端面8から入射させて他方の端面9側から出射させるように、ハニカム構造体2を設置すればよい。

[0031] 本実施の形態の凹凸検査装置1に用いられる照明手段3は、拡散光を好適に照射することが可能なものであれば、特に限定されることはなく、例えば、白熱電球、ハロゲン電球、蛍光灯、LED、メタルハライドランプ、キセノンランプ等の従来公知の照明3aと、この照明から照射した光を透過させて拡散光にするすりガラス3bとから構成された照明手段3を好適に用いることができる。具体的には、複数の蛍光灯やLEDを面上に並べた面照明や、所定の光源から照射した光を光ファイバーの内部に導き、

その先端で拡散させた面照明等を好適例として挙げることができる。

- [0032] また、本実施の形態の凹凸検査装置1においては、照明手段3の拡散光の照度については特に限定されることはないが、セルを通過させた拡散光の明暗の差が明確に分かるように、照明手段3の拡散光の照度が、3000Lux以上であることが好ましく、20000～30000Luxであることがさらに好ましく、26000～28000Luxであることが特に好ましい。
- [0033] また、用いられる照明手段3の面照明の明るさのムラについては、少ないに越したことはないが、本実施の形態においては、照明手段3の発光面内の最高輝度に対する最低輝度の割合が、60%以上であることが好ましく、80%以上であることがさらに好ましい。このように構成することによって、後述する画像の補正が不用となったり、補正を行うにしても簡単に行うことができる。
- [0034] また、本実施の形態の凹凸検査方法においては、照明手段3から照射される拡散光が、検査対象となるハニカム構造体2の一方の端面8の全面に対して均等に入射されるように構成されていることが好ましい。
- [0035] 照明手段3から照射された拡散光は、図2に示すハニカム構造体2の一方の端面8から入射して、セル12の内部を通過した後に、他方の端面9側から出射する。この際、セル12を区画形成する隔壁11の表面が比較的平坦な場合には、一方の端面8から入射した拡散光は、セル12の内部で隔壁11に反射しながらも他方の端面9側へと進行する。このため、ハニカム構造体2の一方の端面8から入射した拡散光のほとんどが、他方の端面9側から出射することとなる。
- [0036] 一方、隔壁11の表面に凹凸がある場合には、例えば、ハニカム構造体の一方の端面側から入射した拡散光は、隔壁11の表面の凹凸によって反射の回数が増加して、その反射の度にエネルギーを喪失することとなり、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射する拡散光の明るさは低下する。また、セル12を区画形成する隔壁11の表面が、拡散光の進行方向に垂直に交わるように構成されていることがあり、このような場合には、一方の端面8側から入射した拡散光は、隔壁11によって反射する際に、その進行方向とは反対側に反射することがあり、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射する拡散光の明るさは低下する。以上のような理由により、隔壁11の表面



に凹凸がある場合と、隔壁11の表面に凹凸がない場合、即ち、隔壁11の表面が比較的平坦な場合とでは、他方の端面9側から出射する拡散光の明るさが異なることとなる。

[0037] なお、図1に示す凹凸検査装置1においては、照明手段3から照射される光として拡散光を用いている。例えば、照明手段3から照射される光として、拡散光ではなく平行光を用いた場合には、ハニカム構造体2の一方の端面8側から入射した光の大半が、隔壁11(図2参照)の表面の凹凸によって反射することなく直線的に他方の端面9側から出射してしまい、隔壁11(図2参照)の表面の凹凸に反射することによって生じるべき明るさの違いを識別することができない。また、このように拡散光を用いていることにより、照明手段3から照射される光の方向に対して、検査対象となるハニカム構造体2が多少傾いて設置台7に設置された場合であっても、拡散光をセル12(図2参照)の内部を通過させ、検査に必要十分な明るさの拡散光を他方の端面9側から出射することができる。例えば、照明手段3が平行光を発生するものである場合に、ハニカム構造体2が設置台7上に多少傾いた状態で設置されたとすると、セル12(図2参照)の中心軸方向と、照明手段3から照射される光の進行方向とが平行でないために、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射する光の量が急減に減少して、正確な検査を行うことができない。

[0038] 次に、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させた拡散光を、半透明のスクリーン4を透過させて透過光とし、このスクリーン4の透過光側の面上に、透過光の明暗による透過像13を投影させる。仮に、撮像手段5を、ハニカム構造体2の他方の端面9側の中心部分を垂直に撮像させることが可能な状態で配設し、かつスクリーン4を用いずに、そのハニカム構造体2の他方の端面9側を直接撮像させたとすると、撮像手段5の画角により、ハニカム構造体2の他方の端面9の外周側部分から出射させた光の全量を撮像させることができず、他方の端面9の外周側部分から出射させた光が暗く撮像されてしまうという問題が生じる。図1に示す凹凸検査装置1においては、スクリーン4を用いてハニカム構造体2の他方の端面9側を二次元的に表示することにより、画角により生じる上記問題を解決し、正確な画像を得ることができる。また、それぞれのセル12(図2参照)を通過させた拡散光の明暗の差を、透過像の濃淡として

表すことが可能となり、視覚的に認識し易くすることができる。

[0039] なお、本実施の形態の凹凸検査方法においては、図1に示すように、このスクリーン4を、ハニカム構造体2の他方の端面9側に接触させた状態で配設することが好ましい。このように構成することによって、透過像13をより明確に投影させ、その解像度を向上させることができる。

[0040] 本実施の形態の凹凸検査方法に用いられるスクリーン4の光透過率は、35～90%であることが好ましく、40～80%であることがさらに好ましい。このようなスクリーン4としては、例えば、半透明のすりガラスやトレーシングペーパー等を好適に用いることができる。

[0041] 次に、このスクリーン4上に投影させた透過像13を撮像手段5によって撮像させる。撮像手段5としては、カメラ、ビデオカメラ、CCDカメラ、CMOSカメラ等を好適に用いることができる。図3に示すように、撮像手段5(図1参照)によって得られた画像14は、スクリーン4(図1参照)上に投影させた透過像13の濃淡が撮像されている。ここで、図3は、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法における、撮像手段によって撮像された画像を示す説明図である。図3に示す画像14には、図2に示すようなハニカム構造体2において、その隔壁11の表面が比較的平坦である場合には、セル12を通過させた後の拡散光は比較的明るさを失わず、スクリーン4(図1参照)を透過させた透過像13(図3参照)は淡く(明るく)投影される。また、ハニカム構造体2の隔壁11の表面に凹凸が多くある場合には、他方の端面9側から出射させた拡散光は、隔壁11で反射する際に暗くなり、スクリーン4(図1参照)を透過させた透過像13(図3参照)は、その影によって濃く(暗く)投影される。

[0042] このようなことから、逆に、図3に示すような画像14の透過像13の濃淡を解析することによって、拡散光が通過した隔壁の表面の凹凸の程度を知ることができる。具体的には、得られた画像14において、透過像13が薄く投影された部分は、これに対応する隔壁11(図2参照)の表面が比較的平坦であることを意味し、透過像13が濃く投影された部分は、これに対応する隔壁11(図2参照)の表面に比較的凹凸があることを意味している。具体的な判定基準を設定する場合には、透過像13が投影された部分において、その輝度が所定の値より低い場合には、隔壁11(図2参照)の表面に凹

凸があると判定し、さらに、撮像された画像14における透過像13全体の面積に対する、透過像13の濃く投影された部分(凹凸があると判定された部分)の面積の割合を算出することが好ましい。このように構成することによって、検査対象となるハニカム構造体の良否を簡便に検査することができる。

[0043] より具体的な解析の方法としては、得られた画像14の濃淡を二値化処理させて解析させる方法を好適例として挙げることができる。画像14の濃淡を二値化処理させることにより、高精度、かつ確実な再現性のある検査を行うことができる。

[0044] また、撮像手段5(図1参照)によって得られた画像14には、隔壁11(図2参照)によって生ずる影15が格子状に投影されており、この影15が、解析結果に悪影響を及ぼして正確な検査結果を得られないことがある。このことから、本実施の形態の凹凸解析方法においては、解析手段6(図1参照)に、画像14の濃淡を解析させる前に、画像14における隔壁11(図2参照)によって生ずる影15を除去させることが好ましい。具体的には、得られた画像14の輝度を、それぞれのセル12(図2参照)に対応する部分毎に測定し、格子状に投影された隔壁11(図2参照)による影15を高周波成分とみなし、これをローパスフィルタで除去させる方法を挙げることができる。このようにすることによって、図4に示すように、不必要な影15(図3参照)が取り除かれ、必要となる透過像13のみが投影された画像14を得ることが可能となり、解析の精度をさらに向上させることができる。

[0045] また、図4に示すように、得られた画像14において、透過像13の明るさにムラがある場合には、得られた画像14の補正を行い、図5に示すように、それぞれのセル12(図2参照)に対応した透過像13の濃淡から構成された画像14とすることが好ましい。具体的な方法としては、まず、図1に示す凹凸検査装置1にて、ハニカム構造体2を載置しない状態で、照明手段3から照射させた光をスクリーン4に投影して、照明手段3から照射させた光のバックグラウンドとなる画像(図示せず)を撮像する。次に、凹凸検査装置1にハニカム構造体2を載置して上述した測定を行い、図4に示すような画像14を得、得られた画像14の輝度を部分毎に測定する。この後、得られた画像14に対して、先に得られたバックグラウンドとなる画像(図示せず)の輝度を対応する部分毎に除算して、画像14全体の明るさの補正を行う方法を好適例として挙げるこ

ができる。

- [0046] なお、検査対象であるハニカム構造体2(図1参照)の良否の判定については、図3～図5のいずれかに示すような画像14の濃淡を二値化処理させて解析させて、画像14における透過像13全体の面積に対する、透過像13の濃く投影された部分の面積の割合によって判定することが好ましい。この割合が小さい場合には、図2に示す隔壁11の表面が平坦の割合が多く、そのハニカム構造体2が良質であるということであり、また、この割合が大きな場合には、隔壁11の表面に凹凸がある割合が多く、ハニカム構造体2が悪質であるということになる。その他の良否判定方法として分布を見て判定する方法等がある。例えば、所定のセル数以上固まってあるものを悪質であると判定する方法や、最外周から数mm部分に濃い影部分があるものを悪質であると判定する方法、中央部に集まっているものについて悪質であると判定する方法もある。
- [0047] 本実施の形態の凹凸検査方法に用いられる解析手段6(図1参照)は、所定の解析に必要なプログラムを実行して、撮像手段5によって撮像された画像を解析、例えば、二値化処理することが可能なコンピュータを好適に用いることができる。
- [0048] 本実施の形態の凹凸検査方法においては、ハニカム構造体の検査基準として、図3～図5に示す、画像14における透過像13全体の面積に対する、透過像13の濃く投影された部分の面積の割合が低いほど、隔壁の表面の凹凸が少ないということであり、ハニカム構造体が良質であるといえる。なお、上述した割合の具体的な数値については、検査対象となるハニカム構造体の用途等によって適宜選択することが好ましい。このように構成することによって、隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル毎に、簡便にかつ非破壊で検査することができる。
- [0049] また、本実施の形態の凹凸検査方法においては、図示は省略するが、検査対象となるハニカム構造体の隔壁の表面及び内部に触媒が担持されている場合にも検査を実施することができる。このように隔壁の表面及び内部に触媒が担持されている場合には、隔壁に担持されている触媒の状態によって、隔壁表面の凹凸の状態が変化することから、触媒が担持されたハニカム構造体を検査する場合には、単に隔壁の表面の凹凸を検査するのではなく、隔壁表面に担持された触媒の凹凸を検査するこ

とになる。この方法を利用することによって、例えば、ハニカム構造体を触媒担体等に用いた際の、触媒の担持状態、即ち、触媒が均一に担持されているかについての検査を行うこともできる。

[0050] 次に、第二の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法の実施の形態を、図6を参照しつつ具体的に説明し、その中で、第四の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の実施の形態についても併せて説明する。図6は、第四の発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置の一の実施の形態を模式的に示す平面図である。

[0051] 本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法は、図6に示したハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置21を用いることによって実現することができ、具体的には、図2に示すような隔壁11によって流体の流路となる複数のセル12が区画形成された筒状のハニカム構造体2の、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、図2及び図6に示すように、ハニカム構造体2の一方の端面8側から、所定の照明手段23によって拡散光を入射させて、セル12の内部を通過させた後にハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させ、出射させた拡散光を、ハニカム構造体2の他方の端面9に垂直な方向から、それぞれのセル12毎に撮像手段25によって撮像させ、得られたそれぞれの画像の濃淡を解析手段26によって解析させることによって、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するものである。

[0052] また、図2及び図6に示すように、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置21は、ハニカム構造体2の一方の端面8側に配設された、拡散光を一方の端面8側から入射して、セル12の内部を通過した後に、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射することが可能な照明手段23と、ハニカム構造体2の他方の端面9側に配設された、他方の端面9側から出射した拡散光をハニカム構造体2の他方の端面9に垂直な方向から、それぞれのセル12毎に撮像する撮像手段25と、撮像手段25によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段26とを備え、解析手段26によって解析した結果から、隔壁11の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル12毎に検査するものである。このように構成されたハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査

装置21によれば、ハニカム構造体2の良否を判別する目安の一つとなるハニカム構造体2の隔壁表面の凹凸検査を簡便に行うことができる。

- [0053] 本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法(以下、単に「凹凸検査方法」ということがある)は、第一の発明の一の実施の形態(ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法)における、ハニカム構造体2(図1参照)の他方の端面9(図1参照)側から出射させた拡散光を、ハニカム構造体2(図1参照)の他方の端面9(図1参照)側に配設した半透明のスクリーン4(図1参照)を透過させて透過光とし、スクリーン4(図1参照)の透過光側の面上に透過光の明暗による透過像13(図1参照)を投影させ、スクリーン4(図1参照)上に投影させた透過像13(図1参照)を撮像手段5(図1参照)によって撮像させる一連の工程に代えて、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させた拡散光を、ハニカム構造体2の他方の端面9に垂直な方向から、それぞれのセル12毎に撮像手段25によって撮像させること以外は、第一の発明の一の実施の形態と同様に構成されている。
- [0054] 同様に、本実施の形態のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置21(以下、単に「凹凸検査装置21」ということがある)は、他方の端面9側から出射した拡散光をハニカム構造体2の他方の端面9に垂直な方向から、それぞれのセル12毎に撮像する撮像手段25を、図1に示す凹凸検査装置1におけるスクリーン4と撮像手段5との代わりに備えている以外は、図1に示す凹凸検査装置1と同様に構成されている。
- [0055] 本実施の形態の凹凸検査方法に用いられる撮像手段25は、例えば、テレセントリックレンズを用いた映像系や、密着型センサ等を好適に用いることができる。また画角の生じる撮像系においても撮像された画像中の画角の影響が少ない個所を選択的に用いることにより好適に用いることができる。このような密着型センサを用いることによって、ハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させた拡散光を、それぞれのセル12毎に、ハニカム構造体2の他方の端面9に垂直な方向から順次撮像を行って部分的な画像を得、得られた部分的な画像をそれぞれ組み合わせて全体的な一つの画像を得ることができる。撮像手段25を用いることによって、スクリーン4(図1参照)を用いずとも、撮像手段5の画角の影響をなくすことができ、より効率よくハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査を行うことができる。なお、図6に示す凹凸検査装置21にお

いては、撮像手段25がXY方向に移動可能な構成となっているが、例えば、撮像手段25を固定し、ハニカム構造体2が移動可能な構成としてもよい。

- [0056] このようにして得られた画像を、解析手段26によって解析させる。解析の方法は、第一の発明の実施の形態と同様の方法によって行うことが好ましい。なお、図6に示した凹凸検査装置21を構成する照明手段23及び解析手段26については、図1に示した照明手段3及び解析手段6と同様に構成されたものを好適に用いることができる。

### 実施例

- [0057] 図1に示すような、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1を用いて、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸の程度を検査した。本実施例においては、測定対象となるハニカム構造体2の隔壁表面の凹凸の程度が異なる三つのハニカム構造体A、B、Cについて検査を行った。ハニカム構造体A、B、Cは、それぞれ端面の直径が $\phi 10.5.7\text{mm}$ 、中心軸方向の長さが $114.3\text{mm}$ の円柱形状である。図7(a)～図7(c)は、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1(図1参照)を用いてハニカム構造体A、B、Cを検査した際の、撮像手段によって撮像された画像を示す説明図である。なお、図7(a)はハニカム構造体A、図7(b)はハニカム構造体B、及び図7(c)はハニカム構造体Cの画像である。得られたそれぞれの画像の濃淡を解析手段によって二値化処理することにより、画像における透過像全体の面積に対する、透過像の濃く投影された部分の面積の割合を算出した。図8(a)は、図7(a)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図、図8(b)は、図7(b)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図、図8(c)は、図7(c)に示した画像を二値化処理した結果を示す説明図である。図8(a)～図8(c)においては、透過像の濃く投影された部分、即ち、隔壁表面に凹凸がある部分が白くなるように示されている。検査結果としては、透過像全体の面積に対する、透過像の濃く投影された部分の面積の割合が、ハニカム構造体Aが0.1%、ハニカム構造体Bが2.7%、ハニカム構造体Cは4.2%であり、本実施例のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置1(図1参照)を用いることにより、ハニカム構造体A、B、Cの差異を明確に検査することができた。

### 産業上の利用可能性

[0058] フィルタや触媒担体等に用いられるハニカム構造体の良否を判別する目安の一つとなる、ハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査を簡便にかつ非破壊で行うことができる。



### 請求の範囲

- [1] 隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、  
前記ハニカム構造体の一方の端面側から、所定の照明手段によって拡散光を入射させて、前記セルの内部を通過させた後に、前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射させ、出射させた前記拡散光を、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に配設した半透明のスクリーンを透過させて透過光とし前記スクリーンの前記透過光側の面上に前記透過光の明暗による透過像を投影させ、前記スクリーン上に投影させた前記透過像を撮像手段によって撮像させ、得られた画像の濃淡を解析手段によって解析させることによって、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [2] 前記スクリーンを、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に接触させた状態で配設する請求項1に記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [3] 隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法であって、  
前記ハニカム構造体の一方の端面側から、所定の照明手段によって拡散光を入射させて、前記セルの内部を通過させた後に、前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射させ、出射させた前記拡散光を、前記ハニカム構造体の前記他方の端面に垂直な方向から、それぞれの前記セル毎に撮像手段によって撮像させ、得られたそれぞれの画像の濃淡を解析手段によって解析させることにより、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [4] 前記解析手段に、前記画像の濃淡を二値化処理させて解析させる請求項1～3のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [5] 前記解析手段に、前記画像の濃淡を解析させる前に、前記画像における前記隔壁によって生ずる影を除去させる請求項1～4のいずれかに記載のハニカム構造体の

隔壁表面の凹凸検査方法。

- [6] 前記照明手段の前記拡散光の照度が、3000Lux以上である請求項1～5のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [7] 前記スクリーンの光透過率が、35～90%である請求項1～6のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法。
- [8] 隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置であって、  
 前記ハニカム構造体の一方の端面側に配設された、拡散光を前記一方の端面側から入射して、前記セルの内部を通過した後に前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射することが可能な照明手段と、前記ハニカム構造体の他方の端面側に配設された、前記他方の端面側から出射した前記拡散光を透過させて透過光とし、その透過光側の面上に前記透過光の明暗による透過像を投影することが可能な半透明のスクリーンと、前記スクリーン上に投影した前記透過像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段とを備え、前記解析手段によって解析した結果から、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。
- [9] 前記スクリーンが、前記ハニカム構造体の前記他方の端面側に接触した状態で配設されたものである請求項8に記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。
- [10] 隔壁によって流体の流路となる複数のセルが区画形成された筒状のハニカム構造体の、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置であって、  
 前記ハニカム構造体の一方の端面側に配設された、拡散光を前記一方の端面側から入射して、前記セルの内部を通過した後に前記ハニカム構造体の他方の端面側から出射することが可能な照明手段と、前記ハニカム構造体の他方の端面側に配設された、前記他方の端面側から出射した前記拡散光を前記ハニカム構造体の前記他方の端面に垂直な方向から、それぞれの前記セル毎に撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像した画像の濃淡を解析する解析手段とを備え、前記解析手

段によって解析した結果から、前記隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれの前記セル毎に検査するハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[11] 前記解析手段が、前記画像の濃淡を二値化処理して解析する請求項8～10のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

♀ [12] 前記解析手段が、前記画像の濃淡を解析する前に、前記画像における前記隔壁によって生ずる影を除去する請求項8～11のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

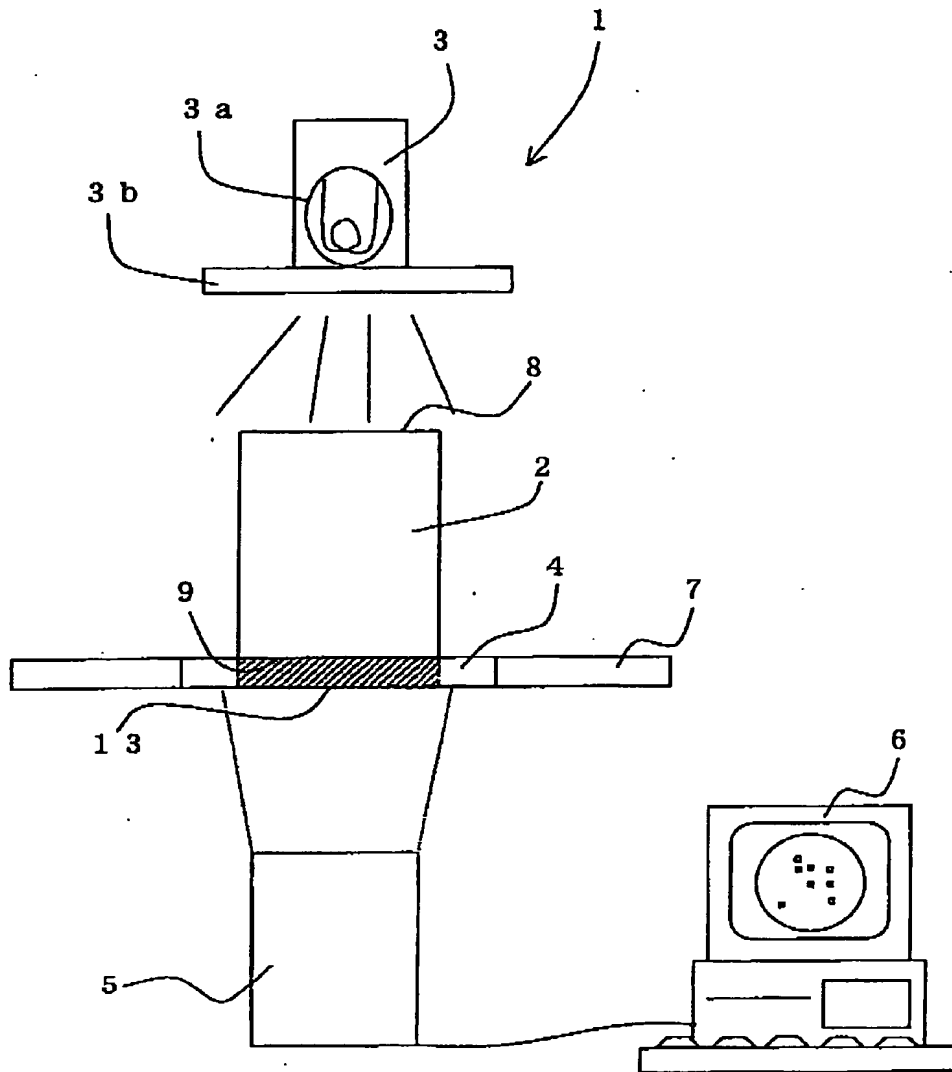
[13] 前記照明手段の前記拡散光の照度が、3000Lux以上である請求項8～12のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

[14] 前記スクリーンの光透過率が、35～90%である請求項8～13のいずれかに記載のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査装置。

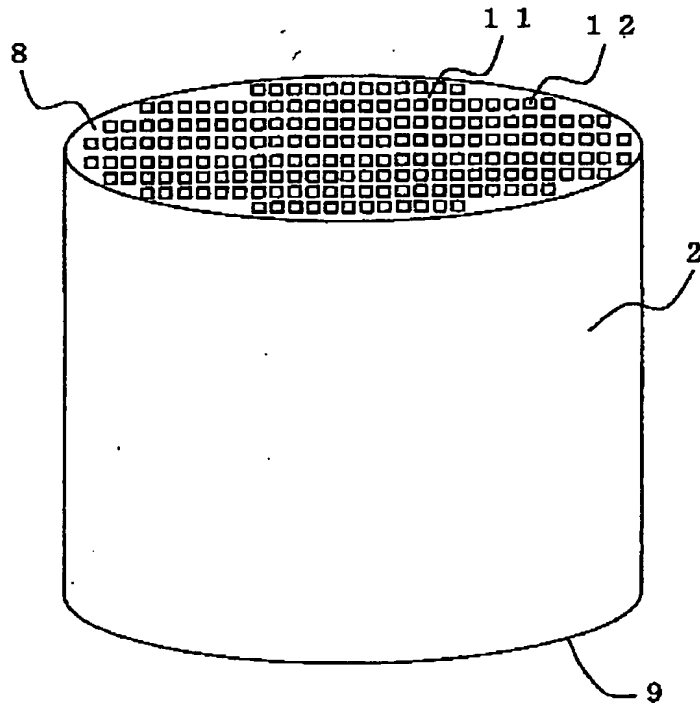
## 要 約 書

本発明のハニカム構造体の隔壁表面の凹凸検査方法は、ハニカム構造体2の一方の端面8側から、照明手段3によって拡散光を入射させて、セルの内部を通過させた後にハニカム構造体2の他方の端面9側から出射させ、出射させた拡散光を、ハニカム構造体2の他方の端面9側に配設した半透明のスクリーン4を透過させて透過光としスクリーン4の透過光側の面上に透過光の明暗による透過像13を投影させ、スクリーン4上に投影させた透過像13を撮像手段5によって撮像させ、得られた画像の濃淡を解析手段6によって解析させることによって、隔壁の表面の凹凸の程度を、それぞれのセル毎に検査するものであり、ハニカム構造体2の隔壁表面の凹凸検査を簡便に行うことができる。

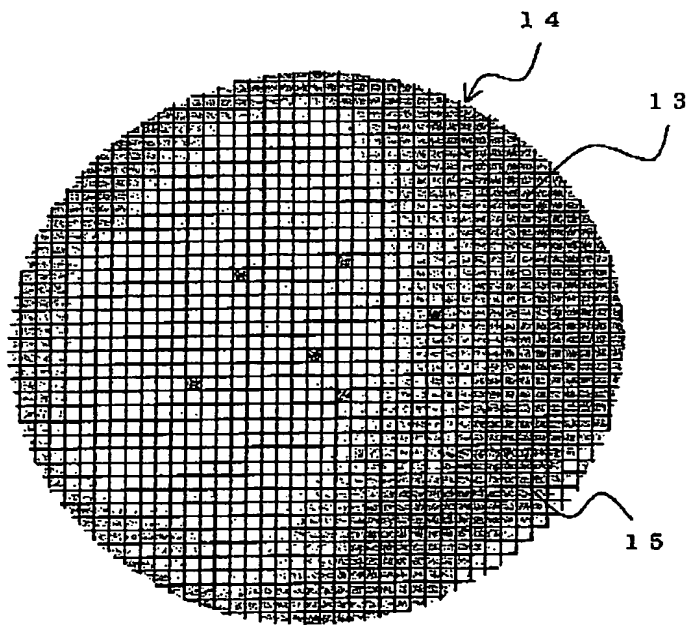
[図1]



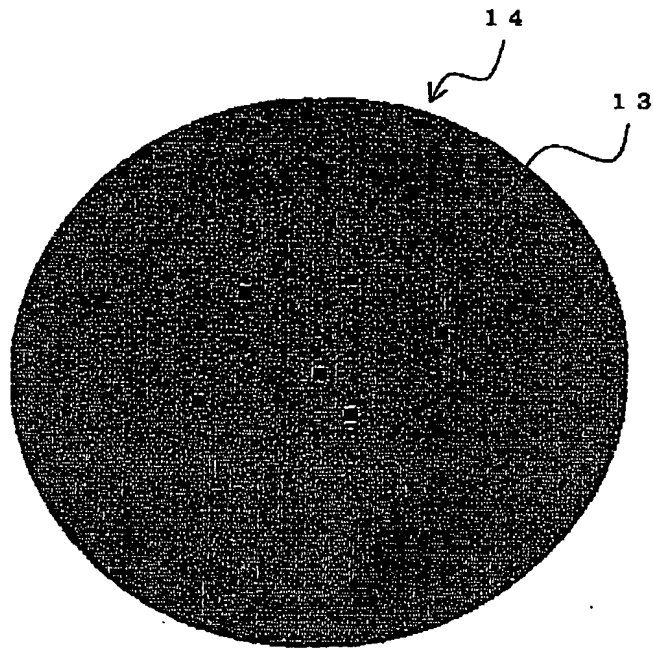
[図2]



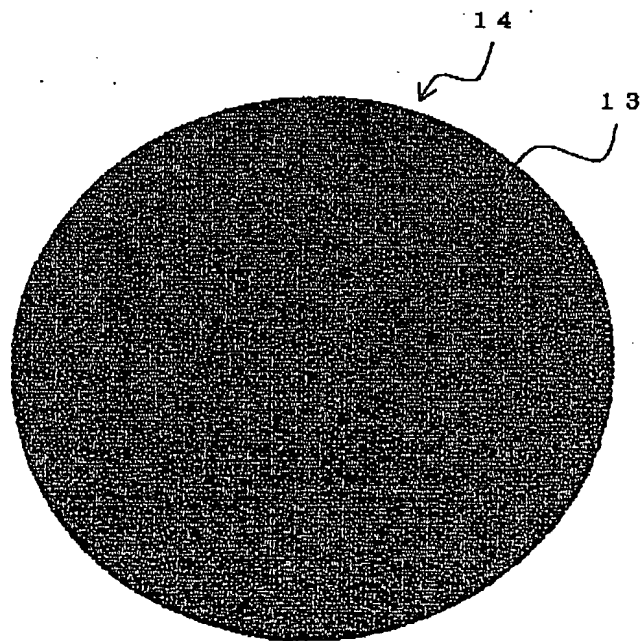
[図3]



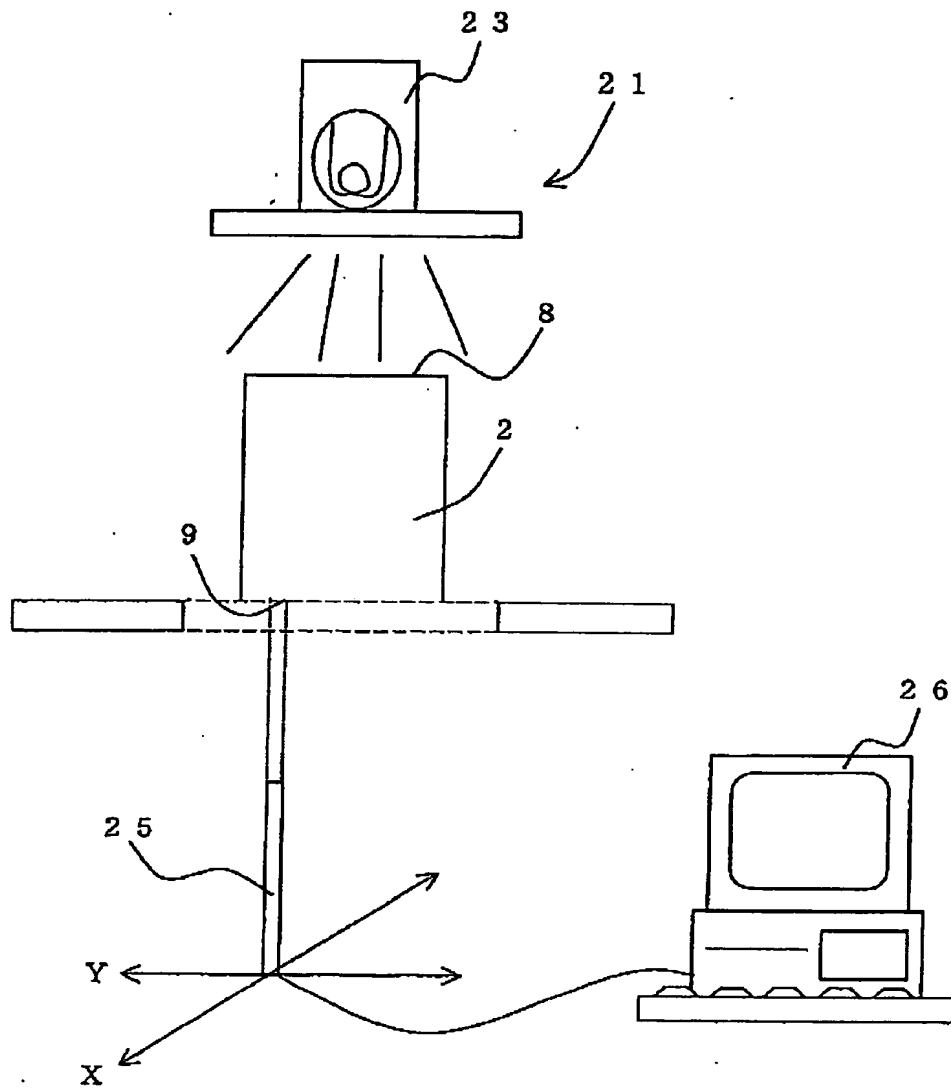
[図4]




[図5]

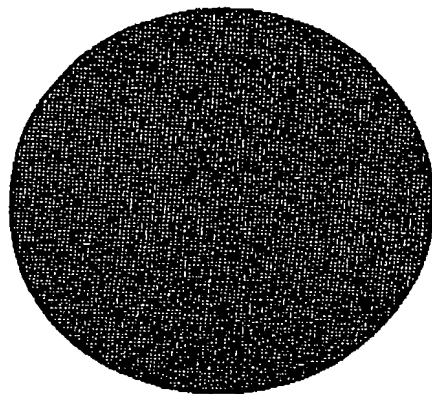



[图6]

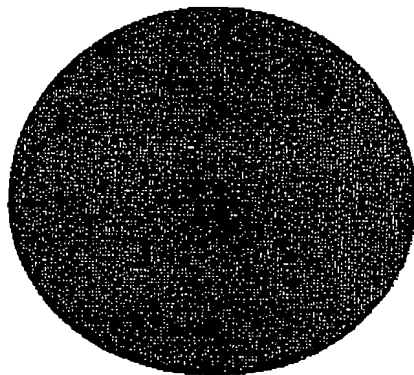





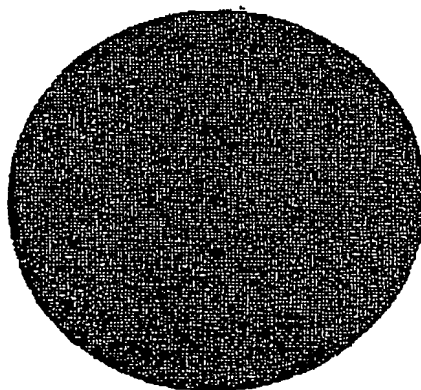
[7(a)]



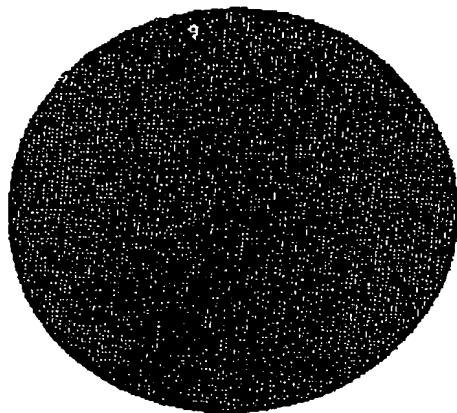
[7(b)]



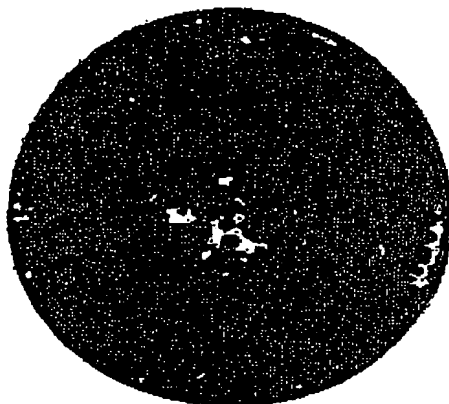
[7(c)]



【図8(a)】



【図8(b)】



【図8(c)】

